

ДИНАМИКА ВЕГЕТАТИВНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА У ЮНОШЕЙ И ДЕВУШЕК НА ОСНОВАНИИ КАРДИОИНТЕРВАЛОГРАФИИ

[Н. Б. Пиковская, И. Ф. Крылова, В. Ю. Куликов, А. Н. Патрушев, Л. А. Дубковская](#)

*ГБОУ ВПО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава
России (г. Новосибирск)*

Показано перераспределение регуляторных функций в условиях тренировочного процесса, которое значительно более выражено у спортсменов-юношей. Эти изменения регистрируются на фоне умеренного, но достоверного увеличения ЧСС. Можно предположить, что деятельность сердца у тренированных спортсменов высокой квалификации обеспечивается его энергетическими ресурсами, более высокими в мужском организме, и не нуждается в регуляторных влияниях вегетативной нервной системы.

Ключевые слова: вариабельность ритма сердца, тренировочный процесс, кардиоинтервалография.

Пиковская Наталия Борисовна — доктор биологических наук, профессор кафедры нормальной физиологии ГБОУ ВПО «Новосибирский государственный медицинский университет», e-mail: pikov09@rambler.ru

Крылова Ирина Федоровна — ассистент кафедры нормальной физиологии ГБОУ ВПО «Новосибирский государственный медицинский университет», рабочий телефон: 8 (383) 225-07-37

Куликов Вячеслав Юрьевич — доктор медицинских наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой нормальной физиологии ГБОУ ВПО «Новосибирский государственный медицинский университет», рабочий телефон: 8 (383) 225-07-37, e-mail: Kulikov_42@mail.ru

Патрушев Александр Николаевич — профессор, заведующей кафедрой физического воспитания ГБОУ ВПО «Новосибирский государственный медицинский университет», e-mail: boss.kafedra@mail.ru

Дубковская Лариса Александровна — кандидат социологических наук, доцент кафедры физического воспитания ГБОУ ВПО «Новосибирский государственный

Тренировка для спортсменов традиционно включает несколько этапов, начиная с разминки с постепенным переходом к максимальным нагрузкам. После тренировки выделяют период восстановления. Механизмы изменения вегетативного обеспечения процесса тренировки запускаются выраженным увеличением активности симпатической части вегетативной нервной системы (ВНС), что обеспечивает и системные эффекты перестройки циркуляции, и кровоснабжение скелетной мускулатуры, особенно в областях ее интенсивного использования. Вместе с тем и степень выраженности симпатической активации, и длительности такой перестройки, и соотношение с активностью парасимпатических влияний, и реализация эффекта в рабочих органах могут характеризоваться значительным разнообразием. Такие индивидуальные особенности, безусловно, должны учитываться при планировании тренировочного процесса. Кроме того, как показано в наших работах [1], отмечены определенные отличия в реакциях женского и мужского организмов, этот вопрос изучен недостаточно, что и послужило побуждающим фактором для выполнения данной работы.

Целью настоящей работы явилось изучение динамики соотношения симпатической и парасимпатической регуляции деятельности сердца у юношей и девушек, занимающихся примерно сходными по аэробному статусу и уровню нагрузок видами спорта, в процессе тренировки.

Материал и методы исследования. Для групп сравнения были выбраны юноши, занимающиеся бразильским джиу-джитсу, и девушки, занимающиеся аэробикой. Оба этих вида спорта сочетают скоростные упражнения, требующие высокой координации нервных центров, и силовые, требующие метаболического обеспечения.

Для оценки вегетативного статуса использован метод кардиоинтервалографии [2-4]. Запись кардиоинтервалограммы выполняли с использованием аппаратно-программного комплекса фирмы «Нейрософт», позволяющего проводить автоматическую обработку данных variability ритма сердца (BCP) на персональном компьютере. Программа формирует детальную таблицу амплитудно-временных характеристик анализируемого кардиокомплекса. Запись кардиоинтервалограммы проводилась 4 раза: перед тренировкой, после разминки, после максимальной нагрузки и через 15 мин после отдыха. Полученные данные обработаны с помощью программы STATISTICA 7.0.

Результаты и обсуждение. В табл. 1 представлены основные параметры кардиоинтервалограммы у спортсменов на всех этапах тренировочного процесса. Для удобства, с учетом обсуждения данных 4-х этапов обследования, в табл. 2 суммированы показатели достоверности отличий в соответствии с этапами тренировочного процесса.

Таблица 1

Параметры кардиоинтервалограммы ($M \pm m$) у юношей и девушек

Показатели	Этапы обследования							
	1 — до начала тренировки		2 — после разминки		3 — во время максимальной нагрузки		4 — после 15-минутного отдыха	
	юноши	девушки	юноши	девушки	юноши	девушки	юноши	девушки

ЧСС	72,7 ± 2,3	91,7 ± 2,7	103,8 ± 3,4	106,6 ± 3,3	116,1 ± 2,6	111,6 ± 3,5	98,0 ± 2,5	104,5 ± 3,8
TP, мс ²	3283,0 ± 426,9	4734 ± 430	835,9 ± 221,8	3535 ± 330	459,9 ± 93,0	1458 ± 2150	983,7 ± 218,7	1181 ± 190
HF, мс ²	1005,1 ± 190,3	867 ± 140	202,7 ± 71,4	379 ± 83	65,6 ± 17,3	371 ± 86	178,7 ± 41,9	296 ± 106
LF, мс ²	1215,7 ± 187,3	1511 ± 470	209,5 ± 71,2	984 ± 230	105,4 ± 24,5	754 ± 196	550,9 ± 140,5	626 ± 100
VLF, мс ²	1015,6 ± 181,2	2553 ± 911	423,6 ± 119,7	521 ± 134	288,8 ± 76,4	517 ± 135	248,1 ± 49,3	324,4 ± 85
HF, %	28,0 ± 3,0	27 ± 3	18,1 ± 4,1	18 ± 3	15,6 ± 4,2	27 ± 4	21,6 ± 3,3	21,0 ± 2,3
LF, %	39,0 ± 3,8	39,0 ± 3,3	24,0 ± 3,8	40,0 ± 2,3	59,6 ± 5,6	43,0 ± 4,5	52,4 ± 3,5	50,0 ± 2,9
VLF, %	32,8 ± 3,6	39 ± 4	56,9 ± 6,0	42 ± 5	58,0 ± 5,6	30 ± 4	25,9 ± 1,8	28,0 ± 2,5

Примечание: ЧСС — частота сердечных сокращений, TP (Total Power) — общая мощность в диапазоне частот $\leq 0,4$ Гц, HF (High Frequency) — мощность в диапазоне высоких (0,15–0,4 Гц) частот (волны длительностью 2,5–6,5 с), LF (Low Frequency) — мощность в диапазоне низких (0,04–0,15 Гц) частот (волны длительностью 6,5–25 с)), VLF (Very Low Frequency) — мощность в диапазоне очень низких частот ($\leq 0,04$ Гц), волны длительностью более 25 с)

Таблица 2

**Достоверность изменения гемодинамических показателей
у спортсменов-юношей, занимающихся бразильской борьбой джиу-джитцу,
и девушек, занимающихся аэробикой, во время тренировки**

Юноши		Девушки	
Показатели	Достоверность	Показатели	Достоверность
$P_{\text{ЧСС}} 1-2 < 0,04$	Достоверно	$P_{\text{ЧСС}} 1-2 < 0,04$	Достоверно
$P_{\text{ЧСС}} 2-3 < 0,04$	Достоверно	$P_{\text{ЧСС}} 2-3 < 0,04$	Недостоверно
$P_{\text{ЧСС}} 3-4 < 0,04$	Достоверно	$P_{\text{ЧСС}} 3-4 < 0,04$	Недостоверно
$P_{\text{TP}} 1-2 < 0,04$	Достоверно	$P_{\text{TP}} 1-2 < 0,04$	Достоверно
$P_{\text{TP}} 2-3 < 0,08$	Недостоверно	$P_{\text{TP}} 2-3 < 0,6$	Недостоверно
$P_{\text{TP}} 3-4 < 0,04$	Достоверно	$P_{\text{TP}} 3-4 < 0,6$	Недостоверно
$P_{\text{TP}} 1-3 < 0,04$	Достоверно	$P_{\text{TP}} 1-3 < 0,04$	Достоверно
$P_{\text{HF}}, \text{мс}^2 1-2 < 0,04$	Достоверно	$P_{\text{HF}}, \text{мс}^2 1-2 < 0,6$	Достоверно
$P_{\text{HF}}, \text{мс}^2 2-3 < 0,23$	Недостоверно	$P_{\text{HF}}, \text{мс}^2 2-3 < 0,23$	Недостоверно
$P_{\text{HF}}, \text{мс}^2 3-4 < 0,04$	Достоверно	$P_{\text{HF}}, \text{мс}^2 3-4 < 0,3$	Недостоверно
$P_{\text{HF}}, \text{мс}^2 1-3 < 0,04$	Достоверно	$P_{\text{HF}}, \text{мс}^2 1-3 < 0,2$	Недостоверно
$P_{\text{HF}}, \text{мс}^2 1-4 < 0,04$	Достоверно	$P_{\text{HF}}, \text{мс}^2 1-4 < 0,04$	Достоверно
$P_{\text{LF}}, \text{мс}^2 1-2 < 0,04$	Достоверно	$P_{\text{LF}}, \text{мс}^2 1-2 < 0,3$	Недостоверно
$P_{\text{LF}}, \text{мс}^2 2-3 < 0,8$	Недостоверно	$P_{\text{LF}}, \text{мс}^2 2-3 < 0,8$	Недостоверно

$P_{LF}, \text{мс}^2 \text{ 3-4} < 0,04$	Достоверно	$P_{LF}, \text{мс}^2 \text{ 3-4} < 0,1$	Недостоверно
$P_{VLF}, \text{мс}^2 \text{ 1-2} < 0,04$	Достоверно	$P_{VLF}, \text{мс}^2 \text{ 1-2} < 0,04$	Достоверно
$P_{VLF}, \text{мс}^2 \text{ 2-3} < 0,47$	Недостоверно	$P_{VLF}, \text{мс}^2 \text{ 2-3} < 0,86$	Недостоверно
$P_{VLF}, \text{мс}^2 \text{ 3-4} < 0,04$	Достоверно	$P_{VLF}, \text{мс}^2 \text{ 3-4} < 0,8$	Недостоверно
$P_{HF}, \% \text{ 1-2} < 0,04$	Достоверно	$P_{HF}, \% \text{ 1-2} < 0,04$	Достоверно
$P_{HF}, \% \text{ 2-3} < 0,2$	Недостоверно	$P_{HF}, \% \text{ 2-3} < 0,2$	Недостоверно
$P_{HF}, \% \text{ 3-4} < 0,04$	Достоверно	$P_{HF}, \% \text{ 3-4} < 0,04$	Достоверно
$P_{LF}, \% \text{ 1-2} < 0,04$	Достоверно	$P_{LF}, \% \text{ 1-2} < 0,04$	Достоверно
$P_{LF}, \% \text{ 2-3} < 0,8$	Достоверно	$P_{LF}, \% \text{ 2-3} < 0,8$	Недостоверно
$P_{LF}, \% \text{ 3-4} < 0,04$	Недостоверно	$P_{LF}, \% \text{ 3-4} < 0,04$	Достоверно
$P_{VLF}, \% \text{ 1-2} < 0,04$	Достоверно	$P_{VLF}, \% \text{ 1-2} < 0,04$	Достоверно
$P_{VLF}, \% \text{ 2-3} < 0,2$	Недостоверно	$P_{VLF}, \% \text{ 2-3} < 0,2$	Недостоверно
$P_{VLF}, \% \text{ 3-4} < 0,04$	Достоверно	$P_{VLF}, \% \text{ 3-4} < 0,04$	Достоверно

Как видно из представленных в табл. 2 результатов, первый этап тренировки — разминка в течение 15 мин — сопровождается резким снижением общей мощности спектра регуляции — ТР и ростом ЧСС. Снижение суммарной мощности спектра регуляции ритма сердца у спортсменов традиционно отмечается рядом исследователей [1–4].

Закономерность изменений интегрального показателя регуляции — ЧСС одинакова на первом этапе, но степень изменений у девушек значительно меньше. Обсуждая вопрос о причинах и механизмах увеличения ЧСС в начале тренировочного процесса на фоне снижения мощности регуляторных систем, следует обратить внимание на то, что в начале привычного для спортсменов процесса тренировки в контурах регуляции ритма сердца ведущую роль, вероятно, принимает на себя кора больших полушарий на основании имеющихся сформированных условнорефлекторных связей [6, 7]. Механизмы увеличения ЧСС могут включать как реализацию активации симпатической части ВНС, так и собственные внутрисердечные резервы, обусловленные, например, накоплением ионов кальция в миокарде тренированных спортсменов. Для проверки этого предположения обратим внимание на вклад высокочастотной компоненты ритма сердца, которая рассматривается, отчасти, как отражение симпатических влияний. Для наглядности данные представлены на рис. 1.

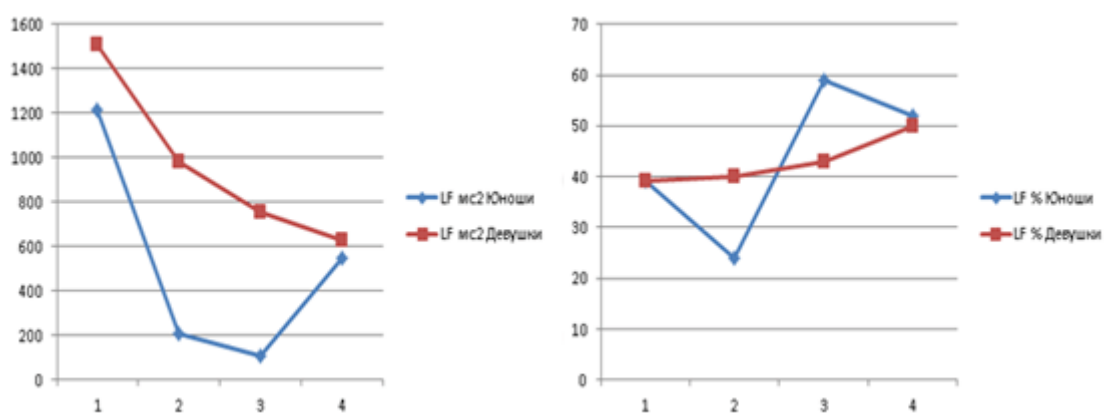


Рис. 1. Динамика абсолютных значений низкочастотной компоненты спектра и ее вклада в регуляцию ритма сердца

Начало тренировки сопровождается снижением абсолютных значений низкочастотной

компоненты спектра, причем у юношей в значительно большей степени, в то время как вклад этого фактора регуляции у девушек не претерпевает существенного изменения, а у юношей носит колебательный характер с тенденцией к увеличению, параллельно с увеличением абсолютных значений к моменту восстановления после тренировки. На рис. 2 представлены изменения абсолютных значений высокочастотной компоненты, которые снижаются параллельно и примерно в одинаковой степени и у юношей, и у девушек. Сопоставляя эти данные с изменением вклада в регуляцию очень высокочастотной компоненты регуляции, можно предположить, что существенная тренировка сосудодвигательного центра, его сниженная реактивность и степень влияния на сосудистую систему обусловлена своеобразной передачей регуляторных функций высшим отделам ЦНС. Такое перераспределение регуляторных функций отражает, на наш взгляд, более высокую степень стабилизации систем регуляции кровообращения. Такое перераспределение регуляторных функций значительно более выражено у спортсменов-юношей. Эти изменения регистрируются на фоне умеренного, но достоверного увеличения ЧСС. Можно предположить, что деятельность сердца у тренированных спортсменов высокой квалификации обеспечивается его энергетическими ресурсами, более высокими в мужском организме, и не нуждается в регуляторных влияниях ВНС.

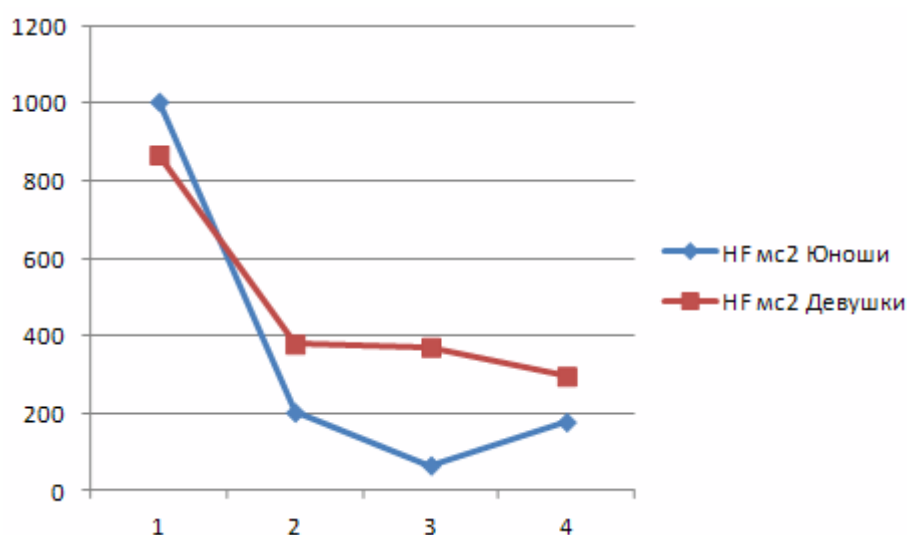


Рис. 2. Динамика абсолютных значений высокочастотной компоненты спектра

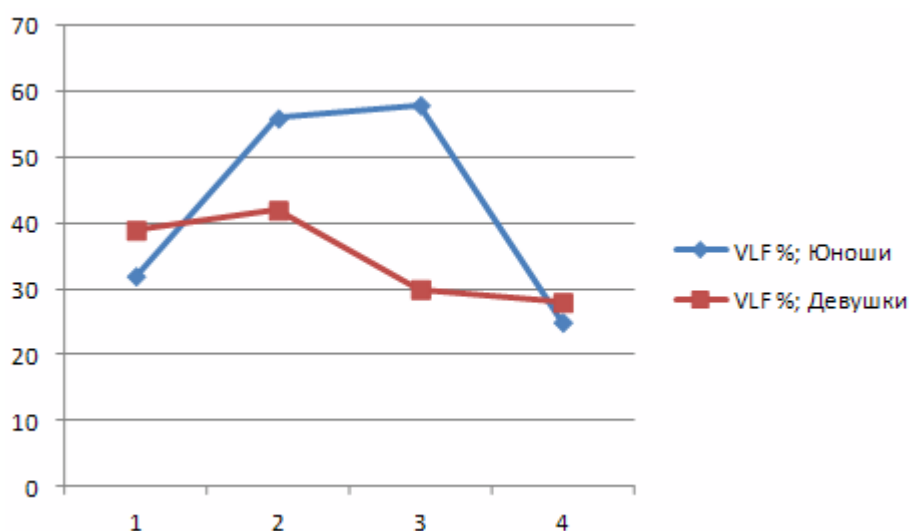


Рис. 3. Динамика вклада в регуляцию очень высокочастотной компоненты спектра

Снижение абсолютных значений высокочастотной компоненты (рис. 2) может быть отражением устойчивого перераспределения кровотока в процессе тренировки и мощной барорефлекторной реакции в самом его начале. Падение активности вагусной, парасимпатической зоны под влиянием увеличения минутного объема крови в начале тренировки может быть тем пусковым механизмом, который освобождает от тормозных влияний симпатическую часть сосудодвигательного центра. Несмотря на снижение вклада этих зон, что следует из полученных результатов, эффективность их влияний явно увеличена, судя по возрастанию ЧСС. Эта высокая эффективность и может отражать имеющиеся у спортсменов структурные и функциональные изменения сердечной мышцы, более выраженные у юношей. Эти особенности реактивности сердца к симпатическим влияниям хорошо иллюстрируются динамикой ЧСС (рис. 4). На рис. 4 отчетливо видно, что у девушек после умеренного подъема не прослеживается даже тенденции к снижению ЧСС в процессе тренировки. С учетом незначительных, по сравнению с юношами, колебаний частотных компонент спектра такая динамика ЧСС может отражать низкую реактивность и вегетативных центров и структур миокарда у девушек. Для юношей, судя по существенным перестройкам, происходящим в регуляторных системах, и их отражению в колебаниях ЧСС характерна высокая реактивность и регуляторных центров и миокарда, что подтверждается нашими предыдущими исследованиями [1, 5].

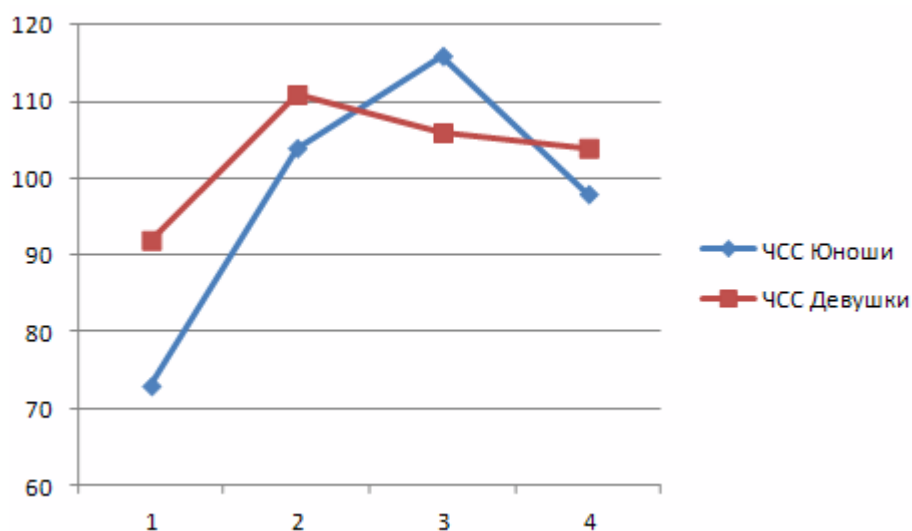


Рис. 4. Динамика ЧСС

Наиболее значимые и интересные гендерные отличия выявляются в восстановительном периоде, когда у юношей происходит восстановление и абсолютных значений, и вкладов в регуляцию всех частотных компонент спектра, и наблюдается снижение ЧСС. У девушек же те изменения, которые наблюдались в начале тренировочного процесса, сохраняются, как и высокая ЧСС. Как видно из представленных данных и рис. 3, у юношей происходит возвращение вклада очень высокочастотной компоненты к исходным значениям, что свидетельствует о снижении влияния гипоталамических и корковых структур на ритм сердца и восстановлении степени участия в регуляции стволовых структур сосудодвигательного центра. У девушек почти отсутствующая динамика вкладов и абсолютных значений параметров колебательного спектра может свидетельствовать либо о меньшей выраженности влияния систем регуляции на обеспечение метаболических потребностей организма в процессе тренировки, либо о меньшей степени воздействия на организм аэробики, как спортивной дисциплины.

Выводы

1. Начало тренировочного процесса у юношей и девушек сопровождается перераспределением влияния регуляторных систем с увеличением вклада подкорковых влияний и уменьшением стволовых.
2. Суммарное влияние центральных механизмов в процессе тренировки снижается в большей степени у юношей.
3. Период перераспределения регуляторных влияний у юношей происходит быстро и в течение разминки достигает соотношений, достаточных для обеспечения всего тренировочного процесса, у девушек такое перераспределение выражено в значительно меньшей степени.
4. Для девушек характерна меньшая степень участия регуляторных систем в организации тренировочного процесса
5. Восстановительный период у девушек значительно более длительный.

Список литературы

1. Гендерные особенности структуры сердечного цикла при проведении дыхательной пробы у лиц молодого возраста [Электронный ресурс] / В. Ю. Куликов [и др.] // Медицина и образование в Сибири : сетевое научное издание. — 2014. — № 3. — Режим доступа : (http://ngmu.ru/cozo/mos/article/text_full.php?id=1415). — Дата обращения : 09.12.2015.
2. Велибеков Я. В. Регуляция сердечной деятельности и интенсивность процессов восстановления у спортсменов высокой квалификации / Я. В. Велибеков, Я. В. Викулов // Вариабельность сердечного ритма : теоретические аспекты и практическое применение : тез. докл. IV Всерос. симпоз. с международным участием. — Ижевск, 2008. — С. 63-65.
3. Воронина Г. А. Характеристика основных параметров вариабельности сердечного ритма как показатель тренированности лыжников-гонщиков / Г. А. Воронина, Р. И. Сафарова // Вариабельность сердечного ритма : теоретические аспекты и практическое применение : тез. докл. IV Всерос. симпоз. с международным участием. — Ижевск, 2008. — С. 65-68.
4. Использование анализа вариабельности ритма сердца для контроля подготовки спортсменов стрелковых видов спорта / А. А. Новиков [и др.] // Вестн. Удмуртского университета. — 2012. — Вып. 1. — С. 26-31.
5. Анализ параметров кардиоинтервалограмм у спортсменов, занимающихся бразильским джиу-джитсу в процессе тренировки [Электронный ресурс] / И. Ф. Крылова [и др.] // Медицина и образование в Сибири : сетевое научное издание. — 2015. — № 3. — Режим доступа : (http://ngmu.ru/cozo/mos/article/text_full.php?id=1415). — Дата обращения : 20.12.2015.
6. Данилова Н. Н. Физиология высшей нервной деятельности / Н. Н. Данилова, А. Л. Крылова. — Ростов н/Д : Феникс, 1999. — 480 с.
7. Данилова Н. Н. Психофизиология / Н. Н. Данилова. — М. : Аспект-пресс, 1999. — 373 с.

DYNAMICS OF VEGETATIVE MAINTENANCE OF TRAINING PROCESS AT YOUNG MEN AND GIRLS IN TERMS OF CARDIOINTERVALOGRAPHY

[N. B. Pikovskaya, I. F. Krylova, V. Y. Kulikov, A. N. Patrushev, L. A. Dubkovskaya](#)

SBEI HPE «Novosibirsk State Medical University of Ministry of Health» (Novosibirsk)

Redistribution of regulatory functions in the conditions of training process which is considerably more expressed at young male athletes is presented. These changes are registered against moderate, but reliable CR augmentation. It is possible to assume that cardiac activity at the trained athletes of high qualification is provided with its energy resources, that are higher in a man's body, and doesn't need regulatory influences of vegetative nervous system.

Keywords: variability of cardiac rhythm, training process, cardiointervalography.

About authors:

Pikovskaya Natalia Borisovna — doctor of biological science, professor of normal physiology chair at SBEI HPE «Novosibirsk State Medical University of Ministry of Health», e-mail: picov09@rambler.ru

Krylova Irina Fedorovna — assistant of normal physiology chair at SBEI HPE «Novosibirsk State Medical University of Ministry of Health», office phone: 8 (383) 225-07-37

Kulikov Vyacheslav Yuryevich — doctor of medical science, professor, honored scientist of the RF, head of normal physiology chair at SBEI HPE «Novosibirsk State Medical University of Ministry of Health», office phone: 8 (383) 225-07-37, e-mail: Kulikov_42@mail.ru

Patrushev Alexander Nikolaevich — professor, head of physical education chair at SBEI HPE «Novosibirsk State Medical University of Ministry of Health», e-mail: boss.kafedra@mail.ru

Dubkovskaya Larisa Aleksandrovna — candidate of sociological science, assistant professor of physical education chair at SBEI HPE «Novosibirsk State Medical University of Ministry of Health», e-mail: boss.kafedra@mail.ru

List of the Literature:

1. Gender features of structure of cordial cycle when carrying out respiratory assay at persons of young age [electron resource] / V. Y. Kulikov [et al.] // Medicine and education in Siberia : online scientific publication. — 2014. — N 3. — Access mode : (http://ngmu.ru/cozo/mos/article/text_full.php?id=1415). — Access date : 09.12.2015.
2. Velibekov Y. V. A regulation of cordial activity and intensity of processes of restoration at athletes of high qualification / Y. V. Velibekov, Y. V. Vikulov // Variability of a cordial rhythm : theoretical aspects and practical use : theses of the IV All-Rus. symposium with

- international participation. — Izhevsk, 2008. — P. 63-65.
3. Voronina G. A. Characteristic of key parameters of variability of cordial rhythm as indicator of fitness of skiers-racers / G. A. Voronina, R. I. Safarov // Variability of a cordial rhythm : theoretical aspects and practical use : theses of the IV All-Rus. symposium with the international participation. — Izhevsk, 2008. — P. 65-68.
 4. Use of the analysis of variability of cardiac rhythm for control of training of athletes of shooting sports / A. A. Novikov [et al.] // Bulletin of Udmurt university. — 2012. — Issue 1. — P. 26-31.
 5. Analysis of parameters cardiointervalogram at the athletes who goes in or the Brazilian ju-jitsu in the course of training [electron resource] / I. F. Krylova [et al.] // Medicine and education in Siberia : online scientific publication. — 2015. — N 3. — Access mode : (http://ngmu.ru/cozo/mos/article/text_full.php?id=1415). — Access date : 20.12.2015.
 6. Danilova N. N. Physiology of higher nervous activity / N. N. Danilova, A. L. Krylov. — Rostov N/D : Phoenix, 1999. — 480 p.
 7. Danilova N. N. Psychophysiology / N. N. Danilova. — M. : Aspect press, 1999. — 373 p.